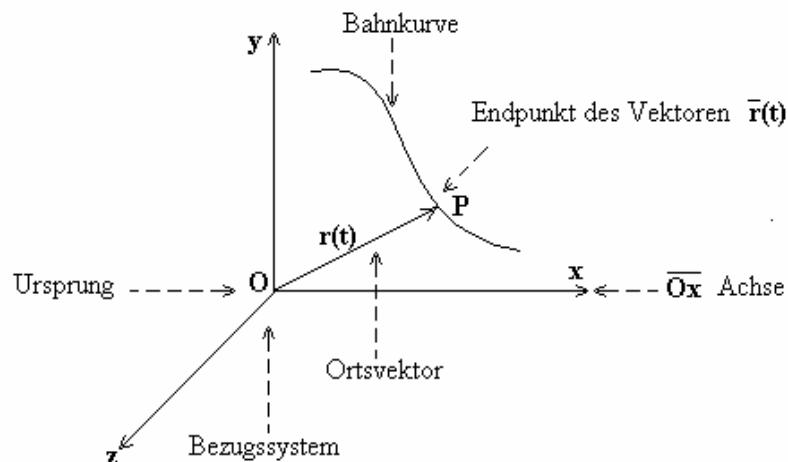


## Die Mechanik – Kinematik

Die Mechanik beschäftigt sich mit der Beschreibung der Bewegungsvorgänge materieller Körper. Die Mechanik gliedert sich in die Kinematik und die Dynamik. Die Kinematik ist die reine Bewegungslehre, die lediglich die raumzeitlichen Änderungen der Körper und Systeme untersucht. In der Kinematik alle Körper sind als Massenpunkte betrachtet. Massenpunkte sind insofern Punkte in Sinne der Mathematik, als wir ihnen keine Ausdehnung zuschreiben; sie unterscheiden sich aber von diesen dadurch, dass ihre Masse berücksichtigt wird.

Dieser Begriff des Massenpunktes ist nicht so unproblematisch wie er klingt. Es ist verwunderlich, damit es sich überhaupt an die Wirklichkeit anwenden lässt. Selbst ein Atom ist z. B. eigentlich kein Massenpunkt: Es kann u.a. rotieren und Rotationsenergie aufnehmen, was ein Massenpunkt nicht kann (oder wenn er es täte, würde es niemand merken).

Man beobachte die Bewegung eines Massenpunktes und beschreiben seinen Ort um Zeit "t" durch den Ortsvektor  $\vec{r}(t)$ . Er führt von Ursprung "O" zu der Stelle "P", die der Massenpunkt zu der Zeit "t" einnimmt. Ursprung und Achsen legen dem gewählten Bezugssystem fest. Die Gesamtheit aller Endpunkte der Vektoren  $\vec{r}(t)$  zu allen möglichen Zeiten "t" bildet die Bahnkurve des Massenpunktes.



Unter der Geschwindigkeit  $\vec{v}$  einer gleichförmigen Bewegung versteht man den Quotienten aus der zurückgelegten Wegstrecke  $\Delta \vec{s}$  und der dazu benötigte Zeit  $\Delta t$ .

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t}$$

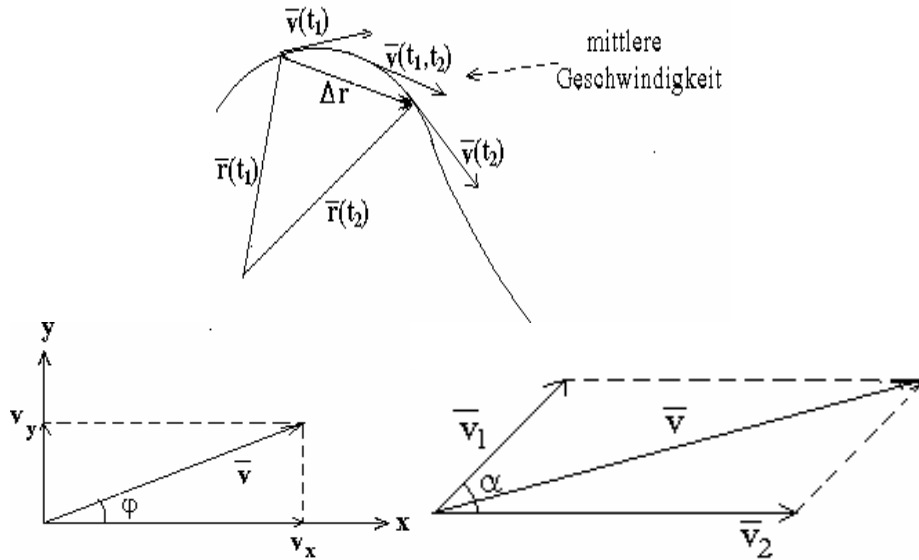
Wenn das Zeitintervall gegen null geht  $\Delta t \rightarrow 0$  schreibt man dann für die Momentangeschwindigkeit:

$$\vec{v} = \frac{d\vec{s}}{dt}$$

Unter der Momentangeschwindigkeit einer beliebigen Bewegung versteht man den ersten Differentialquotienten des Weges nach der Zeit. In dem internationalen Maßsystem erhält man für die Geschwindigkeit

$$[v] = \frac{[m]}{[s]} = \frac{1m}{1sec} = 1m/sec$$

Die Geschwindigkeit ist ein Vektor. Ihre Richtung ist die Tangente an die



Komponentenzerlegung

Addition von Geschwindigkeiten

Bahnkurve an der entsprechenden Stelle.  $\Delta \vec{r}$  ist die Ortsvektorverschiebung

Unter eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung verstehen wir eine Bewegung, bei der, der Geschwindigkeitsvektor nur seinen Betrag ändert und bei der, der Quotient

aus der Geschwindigkeitsänderung  $\Delta \vec{v}$  und der dazu benötigte Zeit für beliebige Zeitintervalle  $\Delta t$  konstant ist.  $\vec{b} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$

Wenn das Zeitintervall gegen null geht  $\Delta t \rightarrow 0$ , so nähert sich die Durchschnittbeschleunigung  $\frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$  ebenfalls einem Grenzwert, der als

Momentanbeschleunigung bekannt ist  $\vec{b} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2 \vec{s}}{dt^2}$

Die Beschleunigung einer geradlinigen Bewegung ist die zeitliche Ableitung der Geschwindigkeit oder gleich dem zweiten Differenzialquotienten des Weges nach der Zeit. In dem internationalen Maßsystem erhält man für die Beschleunigung:

$$[b] = \frac{[m]}{[s^2]} = \frac{1m}{1\text{sec} \times 1\text{sec}} = 1m / \text{sec}^2$$

Ruhe und Bewegung sind Begriffe die nur relativ zu einem Bezugssystem einen Sinn haben.

### Wortschatz

lediglich	exclusiv
raumzeitlich	spațiotemporal
der Massenpunkt, - e	punct material
insofern	in măsura în care
die Ausdehnung, - en, f	extinderea
zuschreiben	asocia
die Wegstrecke	spațiu
zurückgelegt	parcurs
Bahnkurve	traectoria
die Beschleunigung, - en, f	acelerația
gleichförmige Bewegung	mişcare uniformă
Maßsystem	sistem de măsură
Grenzwert	valoare limită
der Betrag, - e, m	valoarea
Durchschnittbeschleunigung	acelerație medie
die Ableitung, - en, f	derivata, scurgerea

## Synonyms

die Höchstgeschwindigkeit = die Maximalgeschwindigkeit = viteza maximă  
das Zeitintervall = der Zeitraum = der Zeitabstand = der Zeitdauer = die Zeitspanne = interval temporal

## Gut im Gedächtnis zu behalten

„der erste Differentialquotient der *Größe1* nach der *Größe2*“

„die Ableitung der *Größe1* nach *Größe2*“

## Hausaufgaben

### Übersetzen Sie ins Rumänische:

Von Interesse ist schließlich noch die Frage, welche Geschwindigkeit der Mensch zu ertragen vermag. Eine Antwort hierauf gibt bereits der Hinweis auf die Tatsache dass wir uns mit der Erde sehr schnell um die Sonne bewegen, ohne hiervon überhaupt etwas zu bemerken. Der Mensch kann jede Geschwindigkeit ertragen. Er empfindet diese auf seinen Körper überhaupt nicht. Was er dagegen unmittelbar wahrzunehmen vermag, sind Veränderungen der Geschwindigkeit.

### Übersetzen Sie ins Deutsche:

Viteza și accelerația sunt mărimi vectoriale. Viteza este tot timpul tangentă la traectoria punctului material. Viteza este derivata spațiului în raport cu timpul. Accelerația este derivata vitezei în raport cu timpul sau derivata a doua a spațiului în raport cu timpul. Nu putem vorbi de mișcare sau de repaos decât atunci când ne raportăm la un sistem de referință inerțial. Într-o aproximație suficient de bună Pământul este un sistem de referință inerțial.

## Lösen Sie

1. Ein Flugzeug hat eine Reisegeschwindigkeit von  $v = 320 \text{ km/h}$  in bezug auf die Luft. Es führt Planmessing Hin – und - Her Rückflüge zwischen zwei Städten A und B aus, die 640 km entfernt voneinander sind. Man vernachlässige die Start – Lande – und Wendezeiten. Wie lange dauert solch ein Flug

a) an einem windstillen Tag?

b) an einem Tag, an dem der Wind mit einer Geschwindigkeit von 80km/h von A nach B weht?

c) an einem Tag mit Windbedingungen, die durch einen Seitenwind von 80km/h gekennzeichnet sind?

2. Zwei Körper fallen aus verschiedenen Höhen und kommen zur selben Zeit auf dem Erdboden an. Die Fallzeiten sind  $t_1 = 2s$  und  $t_2 = 1s$ . In welcher Höhe war der erste Körper als der zweite startete? ( $g = 9,81m/s^2$ ).

3. Ein Stein wird mit  $v = 0$  in einen Brunnen geworfen. Wie tief ist der Brunnen, wenn man dann Aufschlag nach  $t$  sec hört? (Schallgeschwindigkeit. =  $c$ )

4. Ein Stein wird mit der Anfangsgeschwindigkeit  $v_0 = 40m/s$  senkrecht nach oben geschleudert.

a) Wann erreicht der Stein den Scheitelpunkt?

b) Wie hoch ist der Scheitelpunkt?

c) Wie groß ist die Geschwindigkeit des Steins, wenn er auf der Erdoberfläche aufschlägt?

d) Man skizziere  $a$ ,  $v$  und  $s$  als Funktion der Zeit  $t$ .

5. Der Schnellaufzug in einem Wolkenkratzer transportiert die Fahrgäste zur 300 m hohen Aussichtsplattform. Er wird bis zur Mitte mit  $0,1 g$  gleichförmig beschleunigt, von da ab mit  $-0,1 g$  gleichförmig verzögert. Wie lange dauert eine Fahrt, welche Maximalgeschwindigkeit erreicht die Aufzugskabine? Man skizziere  $a$ ,  $v$  und  $s$  als Funktion von  $t$ .

6. Ein Ball prallt ohne Energieverlust zwischen dem Erdboden und der Höhe  $h$  hin und her.

a) Ist diese Bewegung harmonisch?

b) Man leite eine Formel für die Zeitdauer für die Auf – und Abbewägung her.

7. Im Kino (Bildfrequenz  $f_0 = 16Hz$ ) wird das Anfahren eines Wagens dargestellt. Die Räder haben 24 Speichen und einen Durchmesser  $2r = 1 m$ . Mit zunehmender Geschwindigkeit scheinen sich die Räder zunächst langsam rückwärts zu drehen, dann stehen sie still und drehen sich wieder vorwärts. Bei welcher Geschwindigkeit stehen sie scheinbar still? Wiederholt sich dieser Effekt bei höheren Geschwindigkeiten?

8. Wie groß ist die Bahngeschwindigkeit

- a) der Erde um die Sonne?
- b) des Mondes um die Erde?
- c) eines Äquatorpunktes bei der Drehung um die Erdachse?

(Abstand Sonne-Erde:  $1,5 \cdot 10^8 \text{ m}$ ; Erde-Mond  $384\,000 \text{ km}$ ; Erdradius  $6378 \text{ km}$ ; Mondumlaufzeit: 27,3 Tage)

9. Auf einer Autobahnauffahrt steht ein Wagen A, dem sich auf der Autobahn ein zweiter Wagen B mit einer Geschwindigkeit von  $100 \text{ km/h}$  nähert. Der Wagen A kann aus dem Stand in  $15 \text{ s}$  es bis auf  $100 \text{ km/h}$  Geschwindigkeit konstant beschleunigen. Wie weit muss B beim Start von A mindestens entfernt sein, damit der Abstand zwischen beiden Autos nie kleiner als  $50 \text{ m}$  wird? Nach welcher Fahrstrecke von A wird dieser minimale Abstand erreicht?

10. Welche Höchstgeschwindigkeit darf ein Auto, das mit  $a = -4 \text{ m/s}^2$  verzögern kann, bei Nebel (Sichtweite  $30 \text{ m}$ ) und bei einer Reaktionszeit von  $0,5 \text{ s}$  fahren?

11. Die Beschleunigung einer Bewegung sei  $a = k \cdot x$ . Die Geschwindigkeit am Ort  $x_0$  sei  $v_0$  (Randbedingung). Gesucht ist die Geschwindigkeit  $v(x)$  als Funktion des Ortes.

12. Ein Massenpunkt startet zur Zeit  $t = 0$  bei  $x = -a$  und bewegt sich auf  $x = 0$  so zu, dass seine Geschwindigkeit in der Art abnimmt, dass ihr Betrag stets proportional zum Abstand vom Punkt  $x = 0$  ist. Wie laute der Weg  $x(t)$  als Funktion der Zeit? Die Anfangsgeschwindigkeit zur Zeit  $t = 0$  am Ort  $x = -a$  sei  $v_0$ .

13. Ein Auto starte an der Stelle  $x = 0$  zur Zeit  $t = 0$  mit der Anfangsbeschleunigung  $a_0$ . Anschließend vermindere sich die Beschleunigung proportional zum Ort  $x$ . Welche Maximal- Geschwindigkeit  $v_{\text{Max}}$  wird erreicht und nach welcher Zeit  $T$ ?

### Fragen zur Konversation

Mit was beschäftigt sich die Mechanik?

In was gliedert sich die Mechanik?

Definieren Sie die Dynamik!

Wie definieren Sie die Momentangeschwindigkeit?

Wie definieren Sie die Momentanbeschleunigung?

Wo haben die Begriffe Ruhe und Bewegung Sinn?